Effets économiques régionaux du projet de rocade dans la Région du Grand Tokyo

Une approche par modèle d'équilibre général calculable spatial (SCGE)

Présenté par :

Bocar Mamoudou DIACK • Wendvi Abija Déborah MANDO

Abdou Karim SARR • Saran NDIAYE

Présentation de l'article

Plan de la présentation

1. Introduction
2. Revue de littérature
3. Modèle
4. Données et calibration
5. Simulations
6. Conclusion

Plan de la présentation

1. Introduction
2. Revue de littérature
3. Modèle
4. Données et calibration
5. Simulations
6. Conclusion

Contexte

Croissance et urbanisation

- Croissance économique rapide des années 1960 $\Rightarrow$ urbanisation à Tokyo
- Hausse des échanges interrégionaux et du trafic
- Manque d'infrastructure routière dans la Région du Grand Tokyo (RGT)
- Plan principal du réseau autoroutier lancé en **1963**

Structure du réseau autoroutier de la RGT

- Système **radial** : centre $\rightarrow$ périphérie
- Système **en rocade** (« Shutoken-Sankanjo ») : 3 anneaux
- Objectif : éviter le trafic de transit au centre

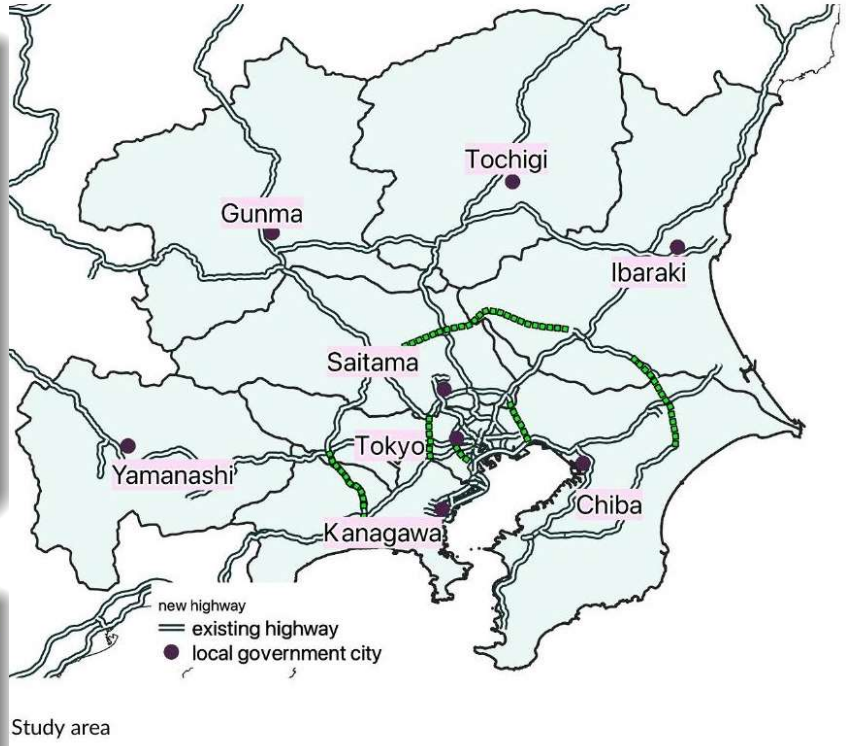


Fig. 1 – Zone d'étude (RGT).
Vert pointillé = nouvelles rocades.
Lignes noires = autoroutes existantes.

Le projet de rocade : objectifs

Objectifs directs

- Réduire la congestion au centre
- Diminuer les temps de trajet
- Améliorer la logistique
- Renforcer la résilience face aux catastrophes

Fret vs passagers

- Réseau ferré urbain dense $\rightarrow$ passagers
- Part modale de la voiture pour les navetteurs : $<$ **10 %**
- Le fret dépend principalement de la route

Effets attendus

- Baisse du coût généralisé du transport
- Baisse du prix des biens échangeables
- Baisse du coût des intrants intermédiaires
- Réallocation des revenus
- Modification du bien-être

Problématique

Un projet d'envergure, mais peu évalué

Le projet de rocade de la RGT est en cours, mais ses impacts économiques régionaux n'ont **jamais été analysés de manière complète**.

Pourquoi les approches classiques ne suffisent pas

- L'**analyse coûts-bénéfices** (CBA) traditionnelle capte les gains directs (temps de trajet), mais **pas** les effets larges : production sectorielle, revenus, agglomération
- Les approches **économétriques ex post** ne peuvent évaluer un projet **futur** ; leurs résultats varient selon le contexte (Vickerman, 2008)
- Les modèles existants au Japon utilisent une classification régionale **trop grossière** (9 régions) pour saisir les effets municipaux

Question centrale

Comment évaluer *ex ante* la **distribution spatiale fine** des impacts économiques du projet de rocade sur les 376 municipalités de la RGT ?

Objectifs

Objectif général

Évaluer les impacts économiques régionaux de l'achèvement des sections de rocade du réseau autoroutier de la RGT, en considérant explicitement la **distribution spatiale** de ces effets.

Objectifs spécifiques

1. **Construire** un modèle SCGE (Spatial Computable General Equilibrium) liant explicitement les barrières au commerce interrégional et le temps de trajet véhiculaire
2. **Couvrir** l'ensemble de la RGT en désagrégeant l'économie au niveau des **376 municipalités** et de **3 secteurs** (primaire, manufacturier, services)
3. **Calibrer** le modèle avec une procédure adaptée à l'absence de données commerciales municipales (estimation PPML)
4. **Quantifier et visualiser** les impacts sur le bien-être (REV) et la production sectorielle
5. **Discuter** les implications politiques en matière d'équité spatiale et d'efficacité économique

Plan de la présentation

1. Introduction
2. Revue de littérature
3. Modèle
4. Données et calibration
5. Simulations
6. Conclusion

Approches existantes pour évaluer les impacts des infrastructures

Approche « ex post » : économétrie

- Duranton et al. (2014) : autoroutes US et commerce
- Xu & Nakajima (2017) : autoroutes en Chine
- Otazawa et al. (2021) : +3,4 % d'emploi près des échangeurs
- **Limite** : ne s'applique pas toujours à des projets futurs (Vickerman, 2008)

Approche « ex ante » : modélisation économique multirégionale

- Fonction de production régionale
- LUTI (Land Use Transport Interaction)
- MRIO et RUBMRIO (Multi-regional Input-Output)
- **SCGE** (Spatial CGE) ← *approche retenue*

Pourquoi le SCGE ?

Limites du MRIO

- Coefficients fixes
- Pas de rétroaction prix / offre
- Proportionnalité linéaire

Limites du RUBMRIO

- Structure technique fixe
- Centré sur la demande

Avantages du SCGE

- Mécanisme walrasien général
- Interaction entre tous les marchés
- Effets prix **et** quantités
- Substitution régionale et sectorielle
- Adapté à l'analyse d'investissements en transport

Plan de la présentation

1. Introduction
2. Revue de littérature
3. Modèle
4. Données et calibration
5. Simulations
6. Conclusion

Hypothèses de base

Cadre général

- Économie multirégionale **statique**
- **376 municipalités** dans 8 préfectures
- **3 secteurs** : primaire, manufacturier, services
- Un ménage représentatif par région

Éléments clés

- Coût de transport **iceberg** : τ_{rs}^{i} unités expédiées pour 1 unité reçue
- **Concurrence monopolistique** à la Dixit-Stiglitz
- **Rendements croissants** au niveau des firmes
- **Économies d'agglomération** via la diversité des variétés
- Exportations nettes vers le reste du monde **exogènes**

Ménages

Préférences (Cobb-Douglas sur des agrégats CES)

$$V_s = \prod_i \left(g_s^i\right)^{-\mu_s^i} I_s$$

avec g_s^i l'indice de prix de l'agrégat i, I_s la dépense de consommation, μ_s^i le paramètre de partage.

Indice de prix CES (avec coût iceberg)

$$g_s^i = \left\{ \sum_r n_r^i \left(p_r^i \tau_{rs}^i\right)^{1-\sigma^i} \right\}^{\frac{1}{1-\sigma^i}}$$

- n_r^i : nombre de variétés produites en r
- σ^i : élasticité de substitution entre variétés
- « Love of variety » : plus de variétés $\Rightarrow$ indice de prix plus faible

Firmes

Technologie

- Inputs : valeur ajoutée + agrégats CES de consommations intermédiaires
- Coût fixe ϕ_F^j + coût variable proportionnel : rendements croissants

$$C_s^j(x_s^j) = \left(\phi_F^j + \phi^j x_s^j\right) h_s^j$$

Concurrence monopolistique

Tarification au coût marginal majoré (mark-up) :

$$p_s^j = \frac{\sigma^j}{\sigma^j - 1} \phi^j h_s^j$$

- Condition de profit nul (libre entrée/sortie)
- Quantité produite par variété **constante** : $x^j = \frac{\phi_F^j}{\phi^j(\sigma^j - 1)}$

Commerce interrégional et comptes régionaux

Valeur du commerce de r vers s

$$Q_{rs}^{i} = \frac{n_r^i \left(p_r^i \tau_{rs}^i\right)^{1-\sigma^i}}{\sum_{r'} n_{r'}^i \left(p_{r'}^i \tau_{r's}^i\right)^{1-\sigma^i}} E_s^i$$

Part de marché de type **logit** dérivée du CES.

Bouclage des comptes régionaux

$$I_s = \sum_j w_s^j \ell_s^j - \sum_i p_s^i z_s^i - G_s, \qquad \sum_s G_s = 0$$

- z_s^i : exportations nettes réelles vers le reste du monde (exogènes)
- G_s : transfert net interrégional (constant car modèle statique)

Équilibre

Quatre types de variables endogènes

- w_s : prix des facteurs en s
- p_s^j : prix de la variété du secteur j produite en s
- g_s^i : indice de prix de l'agrégat i en s
- n_r^i : nombre de variétés du secteur i produites en r

Conditions d'équilibre

- Apurement du marché des facteurs
- Apurement de chaque marché de biens (offre $=$ demande)
- Définition cohérente de l'indice de prix CES
- Tarification mark-up sur le coût marginal

Plan de la présentation

1. Introduction
2. Revue de littérature
3. Modèle
4. Données et calibration
5. Simulations
6. Conclusion

Données de référence

Sources et hypothèses

- Revenu des facteurs : statistiques officielles par municipalité
- Production sectorielle : tableaux E-S préfectoraux + allocation par travailleurs
- **Hypothèse** : technologie de production et part de consommation **identiques** pour les municipalités d'une même préfecture
- Aucune donnée commerciale au niveau municipal

Stratégie de calibration en 2 étapes

1. Estimer les paramètres de **déclin distance** (transport généralisé) à partir d'une classification régionale grossière
2. **Descendre l'échelle** (« scale down ») au niveau municipal

Coût de transport et équation de gravité

Spécification fonctionnelle du coût iceberg

$$\tau_{rs}^{1-\sigma^i} = \exp\left(-\gamma^i \ln T_{rs}\right)$$

où T_{rs} est l'indice de temps de trajet entre r et s, obtenu par un **équilibre utilisateur** sur le réseau routier de 2010.

Forme de gravité « fixed-effects »

$$Q_{rs}^i = A_r^i \, B_s^i \, \exp\left(-\gamma^i \ln T_{rs}\right)$$

- A_r^i et B_s^i : effets fixes d'origine et de destination
- γ^i : paramètre de **déclin distance** à estimer

Méthode d'estimation

PPML (Poisson Pseudo-Maximum Likelihood, Santos Silva & Tenreyro, 2006) appliqué aux données commerciales inter-préfectorales, pour éviter le biais d'hétéroscédasticité de la régression OLS.

Paramètres estimés et interprétation

Tableau 1 – Élasticité et paramètres du coût de transport

Secteur	σ^i	γ^i	*p-value*
Primaire	6,99	1,18	0,00
Manufacturier	**4,40**	1,01	0,00
Services	6,83	**1,70**	0,00

Lecture économique

- **Manufacturier** : σ le plus faible $\Rightarrow$ secteur le **plus échangeable**
- **Services** : γ le plus élevé $\Rightarrow$ commerce qui décline vite avec la distance $\Rightarrow$ secteur le **moins échangeable**
- L'amélioration du réseau touchera donc **différemment** chaque secteur : effet concurrentiel direct sur le manufacturier, effet plus indirect (via les intrants) sur les services

Plan de la présentation

1. Introduction
2. Revue de littérature
3. Modèle
4. Données et calibration
5. Simulations
6. Conclusion

Scénario et indice de bien-être

Scénario

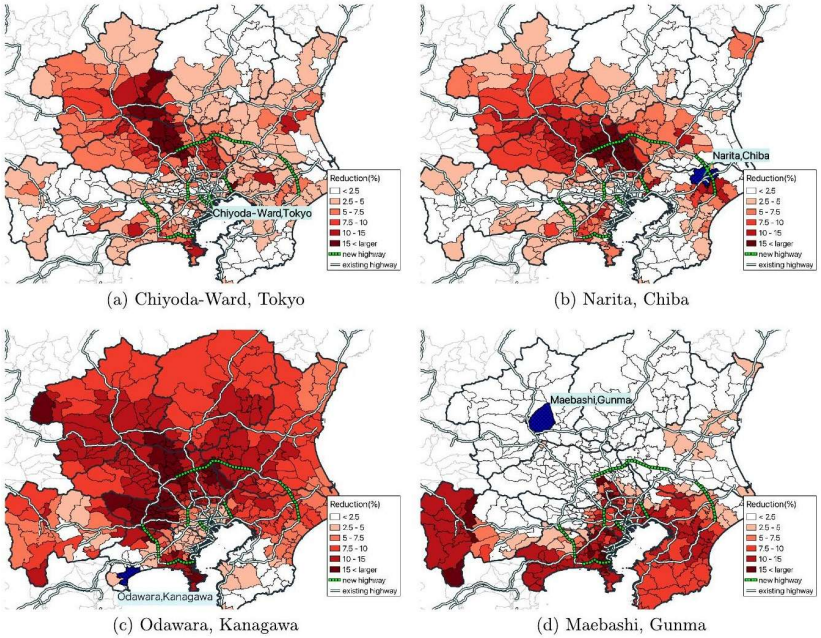
- Comparaison **avant** / **après** achèvement des sections planifiées
- Recensement routier 2010 + affectation au plus court chemin
- Choc : $\tau_{rs}^0 \rightarrow \tau_{rs}^a$ via *User Equilibrium*

Mesure du bien-être

EV (Éq. 24) **REV** (Éq. 25)

$$EV_s = \frac{V_s^a - V_s^0}{V_s^0} I_s \qquad REV_s = \frac{EV_s}{I_s}$$

REV = % du revenu requis pour atteindre l'utilité « après-projet ».



(a) Chiyoda-Ward, Tokyo (b) Narita, Chiba

(c) Odawara, Kanagawa (d) Maebashi, Gunma

FIGURE 2 Reduction in vehicle travel time from selected cities (%)

Fig. 2 – Réduction du temps de trajet (%) depuis 4 villes : Chiyoda (Tokyo), Narita (Chiba), Odawara (Kanagawa), Maebashi (Gunma). Rouge foncé = forte réduction.

Vue d'ensemble par préfecture

Préfecture	EV (Md JPY)	Sect. 1 (%)	Sect. 2 (%)	Sect. 3 (%)
Ibaraki	300,68	−1,28	+4,05	+3,36
Tochigi	59,39	−5,05	−9,52	+0,67
Gunma	224,50	−2,59	+2,78	−3,08
Saitama	885,06	−0,89	+5,01	+2,93
Chiba	879,15	+2,73	+5,94	+7,41
Tokyo	**2520,92**	+3,87	+8,32	+2,74
Kanagawa	1493,30	+3,65	+4,21	+3,54
Yamanashi	203,30	+5,69	+6,08	+3,13
Total	**6566,30**	−0,92	+2,03	+3,02

- **Toutes les préfectures** gagnent en EV agrégée
- Mais la production agrégée du primaire **diminue** dans l'ensemble
- Tokyo en tête, suivi de Kanagawa, Saitama, Chiba

Effets hétérogènes au niveau municipal

Préfecture	# régions	EV > 0	Sect. 1 > 0	Sect. 2 > 0	Sect. 3 > 0
Ibaraki	44	95,5 %	43,2 %	15,9 %	81,8 %
Tochigi	27	77,8 %	11,1 %	7,4 %	63,0 %
Gunma	35	74,3 %	8,6 %	37,1 %	14,3 %
Saitama	73	91,8 %	60,3 %	46,6 %	64,4 %
Chiba	59	79,7 %	62,7 %	27,1 %	64,4 %
Tokyo	53	98,1 %	96,2 %	86,8 %	81,1 %
Kanagawa	58	94,8 %	81,0 %	56,9 %	75,9 %
Yamanashi	27	88,9 %	29,6 %	25,9 %	48,1 %
Total	**376**	**88,8 %**	56,4 %	42,0 %	64,6 %

Constat

Même quand la préfecture gagne, **plus de 20 % des municipalités** de Gunma, Tochigi et Chiba subissent une perte de bien-être.

Distribution spatiale du REV

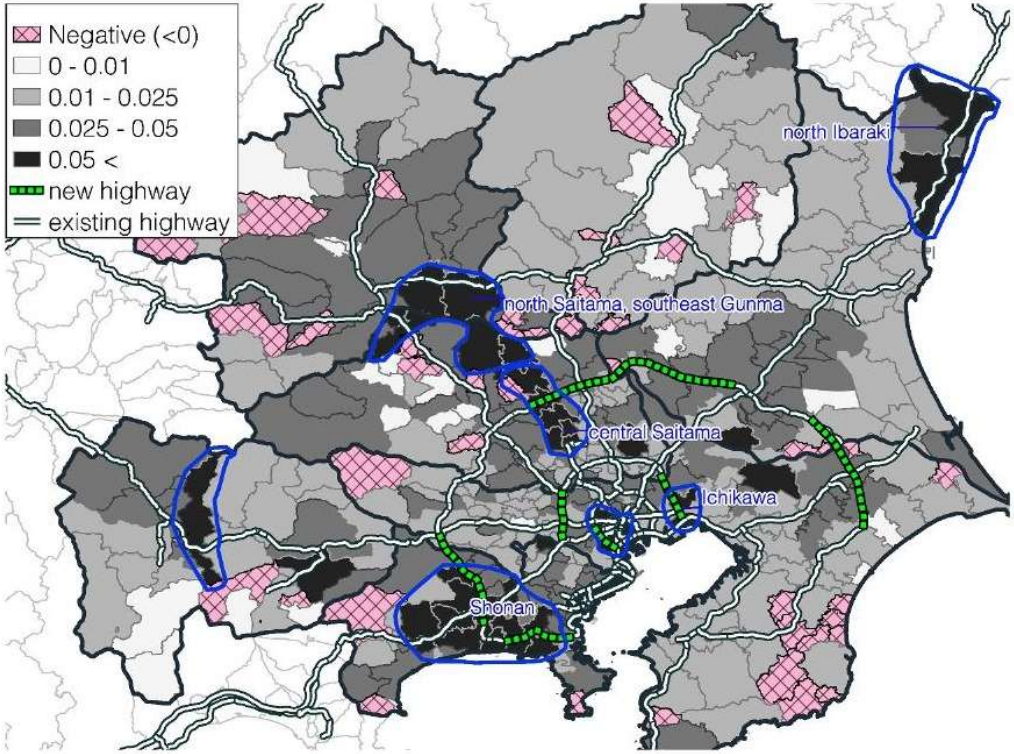


Fig. 3 – Distribution du REV dans la RGT.
Noir $>$ 5 %, gris foncé 2,5–5 %, hachuré rose = REV $<$ 0.
Cercles bleus = principales zones gagnantes.

Zones gagnantes

- **Tokyo** (CBD)
- Croisements anneau / autoroute existante
- Shonan, Ichikawa, centre Saitama
- Nord d'Ibaraki, Kofu (Yamanashi)

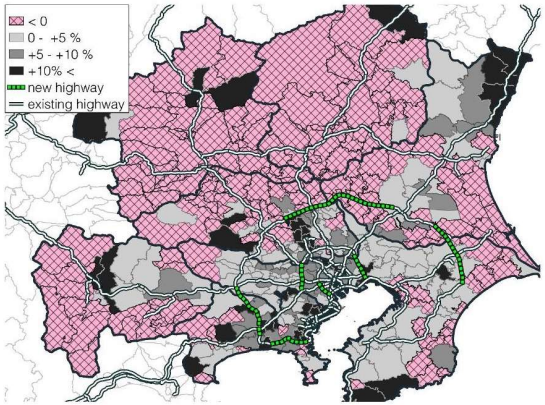
Zones perdantes ($REV < 0$)

- Gunma, Tochigi, est Chiba
- Zones éloignées du réseau existant

Diffusion large

Les effets se propagent à **presque toutes les régions** de la RGT.

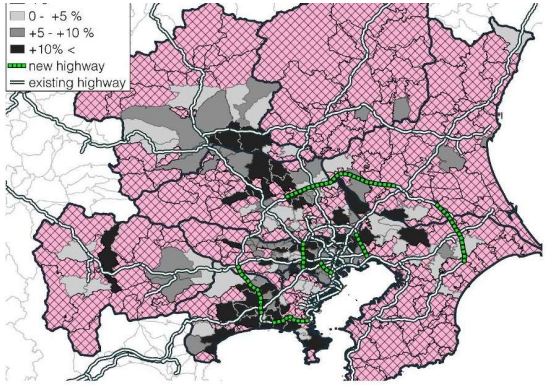
Production sectorielle : trois logiques



URE 5 Percentage change in net production (sector 1: primary)

Fig. 5 – Primaire

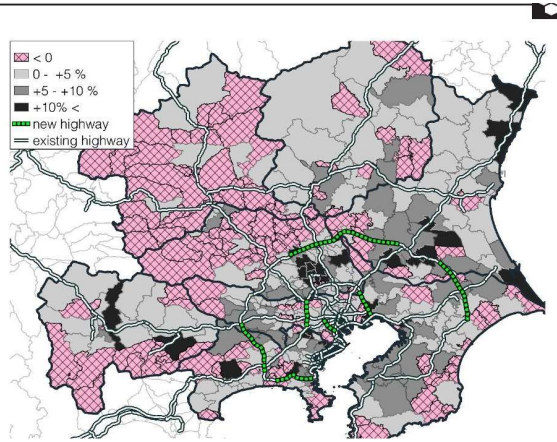
Hausse : nord Ibaraki, sud Chiba, Yamanashi (zones agricoles). Baisse au nord-ouest.



URE 6 Percentage change in net production (sector 2: manufacturing)

Fig. 6 – Manufacturier

Hausse le long des autoroutes (Kanagawa, Saitama, Gunma), surtout près des échangeurs. **Concentration spatiale**.



URE 7 Percentage change in net production (sector 3: service)

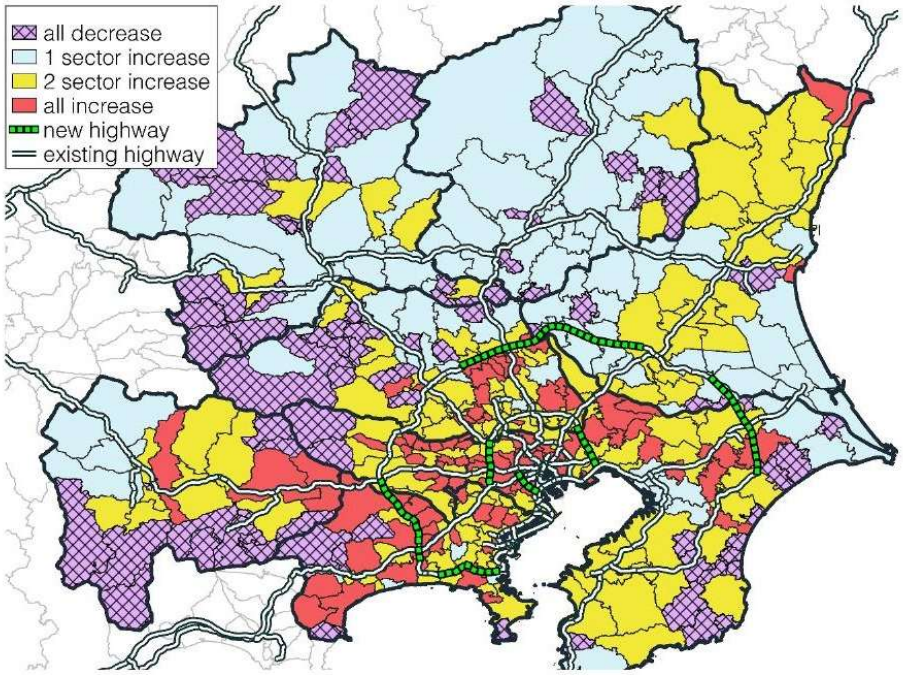
Fig. 7 – Services

Hausse sur des **zones plus larges.** Concurrence interrégionale faible ⇒ effet via la baisse du coût des intrants.

Lecture clé

Tradabilité croissante : **Services** (65 % des munic.) > **Primaire** (56 %) > **Manufacturier** (42 %).

Un résultat contre-intuitif



URE 8 Pattern of changes in net production

Fig. 8 – Pattern des changements en production nette. Rouge = 3 secteurs ↑, jaune = 2, bleu = 1, violet hachuré = 3 secteurs ↓.

Observation clé

Certaines municipalités voient leur bien-être **s'améliorer** alors que la production **diminue dans les 3 secteurs**.

Explication

Décomposition de l'utilité :

$$V_s = \prod_i \left(g_s^i\right)^{-\mu^i} \cdot I_s$$

- $\tau_{rs}^i \downarrow \Rightarrow g_s^i \downarrow$: effet **positif**
- Production $\downarrow \Rightarrow w_s L_s \downarrow$: effet **négatif**

L'**effet prix domine** l'effet revenu.

Perspectives politiques

Effet redistributif spatial

- Le projet améliore le bien-être global **mais** crée des disparités interrégionales
- Concentration des bénéfices à Tokyo et Kanagawa
- Pertes pour certaines municipalités de Tochigi, Gunma, Chiba

Politique d'équité ?

- Si l'équité est valorisée : transferts ou subventions ciblés
- Mais : la relocalisation industrielle est **efficiente** (market-driven)
- Subventionner les secteurs en déclin biaiserait l'équilibre de marché

Tension classique

Efficacité économique vs équité spatiale.

Plan de la présentation

1. Introduction
2. Revue de littérature
3. Modèle
4. Données et calibration
5. Simulations
6. Conclusion

Conclusions

Contributions

- Modèle SCGE couvrant **376 municipalités** de la RGT
- Lien explicite entre temps de trajet et barrières au commerce (coût iceberg)
- Procédure de calibration transparente via PPML, malgré l'absence de données commerciales municipales
- Cadre cohérent avec l'agglomération à la Dixit-Stiglitz

Résultats principaux

- Bénéfice agrégé positif pour toutes les préfectures
- Diffusion spatiale large, mais effets **très hétérogènes**
- Les services bénéficient sur un territoire plus large que les biens
- Possibilité d'une amélioration du bien-être malgré une baisse de production

Limites et pistes de recherche

Limites

- Modèle **statique** : pas de migration ni de mouvement de capital
- Pas de distinction explicite fret / passagers
- Coût iceberg : structure de coût de transport identique aux biens transportés
- Hypothèses fortes sur l'homogénéité technologique infra-préfectorale

Extensions possibles

- Intégration de modèles de choix modal (rail vs route)
- Couplage avec des projets ferroviaires en cours
- Modélisation dynamique avec migration
- Étude conjointe fret + passagers

Merci de votre attention

Questions & discussion

Ishikura, T. & Yokoyama, F. (2022). Regional economic effects of the Ring Road project in the Greater Tokyo Area : A spatial CGE approach. Papers in Regional Science, 101(4), 811–837.